

(19)

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 942 517 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
15.09.1999 Patentblatt 1999/37

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **H02K 21/12**(21) Anmeldenummer: **99890072.4**(22) Anmeldetag: **02.03.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Stockmayer, Michael**  
**2700 Katzelsdorf (AT)**  
• **Neudorfer, Harald**  
**2514 Traiskirchen (AT)**

(30) Priorität: **03.03.1998 AT 37298**

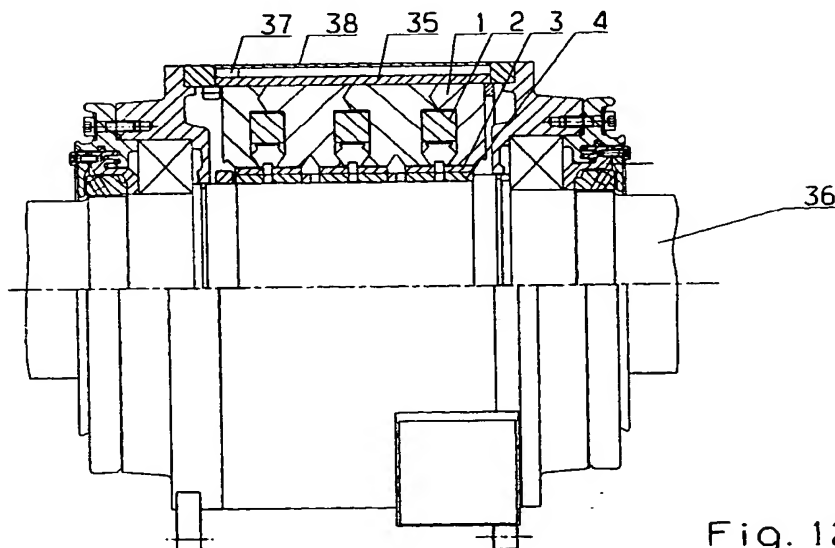
(74) Vertreter: **Köhler-Pavlik, Johann, Dipl.-Ing.**  
**Margaretenplatz 5**  
**1050 Wien (AT)**

(71) Anmelder: **ABB Daimler-Benz Transportation**  
**(Technology) GmbH**  
**13627 Berlin (DE)**

**(54) Transversalflussmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Transversalflußmaschine mit mindestens einem Stator und einem Rotor, mit über den Umfang des Rotors der Maschine auf weichmagnetischen und allenfalls voneinander magnetisch isolierten Rückschlußringen 4 angeordneten Permanentmagneten 3 und mit über den Umfang des Stators der Maschine angeordneten weichmagnetischen Bestandteilen in Form von U-Jochen 1 und zwischen den U-Jochen eingesetzten I-Jochen 5, wobei die U-Joche zumindest eine Ringwicklung 2 aufnehmen. Für eine fertigungstechnisch einfachere Herstellbarkeit zu-

gleich möglichst hohen Wirkungsgrad sowie möglichst hohes Drehmoment ist vorgesehen, daß die U-Joche 1 geteilt sind, wobei die oder jede Teilungsebene mit der U-Joch-Ebene einen spitzen bis rechten Winkel einschließt, und daß die Einzelteile der U-Joche 1 an ihren Berührungsflächen komplementäre formschlüssige Ausbildungen 24 zur Verhinderung einer radialen und allenfalls axialen Verschiebung der Einzelteile der U-Joche 1 zueinander aufweisen. Vorteilhafterweise sind die zwischen den U-Jochen 1 eingesetzten I-Joche 5 in einem magnetisch und elektrisch isolierenden Formkörper 10 eingebettet.

**Fig. 12****EP 0 942 517 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Transversalflußmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

**[0002]** Bei einer einseitigen Transversalflußmaschine sind nur auf einer Seite der Permanentmagnete U-Joche und I-Joche angeordnet. Eine solche Maschine geht beispielsweise aus der DE 197 14 895 A1 oder der WO 97/39515 A1 hervor. Bei zweiseitigen Transversalflußmaschinen sind beiderseits der Permanentmagnete U-Joche angeordnet. Die letztgenannten Maschinen haben den Nachteil, daß sie zweiphasige Netze erfordern.

**[0003]** Die Transversalflußmaschine besitzt ihren Namen von der Führung des magnetischen Flusses, der im Gegensatz zu herkömmlichen elektrischen Maschinen nicht longitudinal sondern transversal gerichtet ist. Transversalflußmaschinen weisen im Vergleich zu anderen Maschinenbauformen sehr hohe Kraftdichten bei vergleichbarer Baugröße auf. Beispielsweise ruft eine Transversalflußmaschine etwa in doppeltes Drehmoment hervor, wie herkömmliche Asynchronmaschinen gleicher Baugröße. Auch der Wirkungsgrad von Transversalflußmaschinen ist höher als jener bei Asynchronmaschinen. Ein weiterer Vorteil von Transversalflußmaschinen besteht darin, daß die zur Erzeugung des magnetischen Feldes notwendige Wicklung sehr einfach herzustellen ist, da diese in der Regel aus einer einfachen Ringwicklung besteht. Die Transversalflußmaschine besteht zwar aus sehr vielen Einzelteilen, diese können allerdings bei entsprechendem Konzept relativ leicht automatisiert hergestellt werden.

**[0004]** Die ersten Transversalflußmaschinen wiesen ein sehr schlechtes Verhältnis zwischen magnetischem Nutzfluß und Streufluß auf, sodaß eine breite praktische Anwendung scheiterte. In der DE 197 14 895 A1 wurden die Streuwege durch eine spezielle Ausgestaltung der U-förmigen und I-förmigen Joche reduziert, sodaß der Drehschub gesteigert werden konnte. Allerdings weist auch die Konstruktion gemäß diesem Dokument fertigungstechnische Nachteile auf.

**[0005]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Transversalflußmaschine zu schaffen, welche fertigungstechnisch einfacher herstellbar ist und zugleich einen möglichst hohen Wirkungsgrad sowie ein möglichst hohes Drehmoment für eine wirtschaftliche Anwendbarkeit der Maschine besitzt.

**[0006]** Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe dadurch, daß die U-Joche geteilt sind, wobei die oder jede Teilungsebene mit der U-Joch-Ebene einen spitzen bis rechten Winkel einschließt, und daß die Einzelteile der U-Joche an ihren Berührungsflächen komplementäre formschlüssige Ausbildungen zur Verhinderung einer radialen Verschiebung der Einzelteile der U-Joche zueinander aufweisen. Durch die Trennung der U-Joche kann der Zusammenbau der Maschine wesentlich vereinfacht werden, da die vorgefertigten Ringwicklungen einfach eingelegt werden können und danach die U-Jo-

che zusammengesetzt werden. Durch entsprechende komplementäre formschlüssige Ausbildungen der Berührungsflächen der Einzelteile ist eine radiale Verschiebung, insbesondere bei hohen Drehzahlen der Maschine nicht möglich. Da kein Werkzeug zum Zusammensetzen der Einzelteile der U-Joche verwendet werden muß, ist der Zusammenbau derselben sehr rasch durchführbar. Die Teilungsebene wird vorzugsweise unter einem rechten Winkel, also 90° zur U-Joch-Ebene stehen, es sind aber auch Winkel kleiner 90° möglich. Unter U-Joch-Ebene wird die Ebene des U-Jochs verstanden, in der die hauptsächlichlichen Ausdehnungen des üblicherweise relativ flach ausgebildeten U-Jochs liegen, verstanden. Die U-Joch-Ebenen sind bei der Transversalflußmaschine radial um die Rotationsachse angeordnet. Zur Reduktion der Wirbelstromverluste können die U-Joche und I-Joche aus lamellierten Blechen, welche zumindest einseitig mit Back-Lack od. dgl. beschichtet sind, aufgebaut werden. Die Beschichtung bewirkt einerseits die Isolierung der Bleche und andererseits die nötige Klebewirkung beim Zusammenpressen der die U-Joche oder I-Joche bildenden Blechpakete. Alternativ dazu können die Bleche der U-Joche und I-Joche auch identische durch Tiefziehen, Prägen, Stanzen od. dgl. hergestellte Ausformungen aufweisen, sodaß die Bleche stapelbar und zu Blechpaketen, welche die U-Joche und I-Joche bilden, zusammenpreßbar sind. Die übereinandergestapelten Ausformungen liefern nach dem Zusammenpressen der Bleche einen ausreichende Haftung der Bleche zueinander, sodaß keine weiteren Klebemittel od. dgl. verwendet werden müssen. Die Isolierung der einzelnen Bleche zueinander erfolgt meist durch eine bereits am Blech vorgesehene sehr dünne Lackisolierung.

**[0007]** Ein besserer Halt der Einzelteile der U-Joche wird dadurch erreicht, daß die formschlüssigen Ausbildungen der Einzelteile der U-Joche derart ausgebildet sind, daß auch eine axiale Verschiebung der Einzelteile der U-Joche zueinander verhinderbar ist. Dies kann beispielsweise durch widerhakenförmige Gestaltung des Formschlusses erzielt werden.

**[0008]** Vorteilhafterweise sind die I-Joche in einem magnetisch und elektrisch isolierenden Formkörper eingebettet. Dadurch wird die axiale Lage der I-Joche in Bezug auf die U-Joche festgelegt, die Isolation der U-Joche von den I-Jochen einfach erzielt und darüber hinaus der Zusammenbau der Maschine wesentlich vereinfacht und beschleunigt. Die Formkörper können beispielsweise aus vulkanisiertem Silikongummi, der eine sehr hohe Temperaturbeständigkeit aufweist, aufgebaut sein.

**[0009]** Um das Zusammenbauen oder Zerlegen der Transversalflußmaschine weiter zu vereinfachen, sind radiale Distanzhalter, beispielsweise Schrauben od. dgl. zur Lagefixierung des Stators gegen den Rotor vorgesehen. Dadurch wird erreicht, daß beim Zusammenbauen oder Zerlegen der Maschine die Permanentmagnete, welche eine enorme magnetische Anziehungs-

kraft aufweisen, ein Ineinanderstecken von Stator und Rotor möglich wird und die Permanentmagnete durch einen Zusammenstoß mit den gegenüberliegenden Bauteilen der Maschine nicht beschädigt werden. Nach der Montage der Lagerschilder werden die Distanzhalter zur Fixierung des Stators gegen den Rotor entfernt. Bei einer allfälligen Zerlegung des Motors werden diese Distanzhalter wieder eingesetzt. Natürlich können anstelle von Schrauben andere Bauteile wie Bolzen od. dgl. vorgesehen werden.

**[0010]** Als Alternative zu den Distanzhalter können auch auf dem Rotor oder Stator Distanzleisten, parallel zur Rotationsachse der Maschine angeordnet sein, welche mit Hilfe von Schrauben od. dgl. über den Luftspalt zwischen Rotor und Stator distanzierbar, und während des Betriebs der Maschine unter Freigabe des Luftspalts mit Hilfe der Schrauben od. dgl. zurückziehbar sind. Da nach dem Aufsetzen der Lagerschilder der Maschine die Distanzleisten nicht mehr entfernt werden können, müssen diese während des Betriebs in der Maschine bleiben.

**[0011]** Gemäß einem weiteren Erfindungsmerkmal ist vorgesehen, daß die Rückschlußringe der Maschine an der, den Permanentmagneten gegenüberliegenden Seite zumindest eine Nut od. dgl. zur Sicherung vor Verdrehung aufweist, welche vorzugsweise quer zur Umfangsrichtung angeordnet ist. Durch entsprechende Ausgestaltung beispielsweise des Rotorgehäuses können die Rückschlußringe sicher vor Verdrehung eingesetzt werden.

**[0012]** Vorteilhafterweise weisen die Rückschlußringe zumindest m Nuten od. dgl. mit einem Abstand von  $(2\tau_p)/m$  voneinander in Umfangsrichtung aufeinanderfolgend auf, wobei m die Anzahl der Phasen und  $\tau_p$  die Polteilung der Maschine bedeuten. Die m Nuten od. dgl. werden vorteilhafterweise in gleichen Winkelabständen voneinander öfters am Umfang der Rückschlußringe verteilt. Durch diese Konstruktion braucht nur eine Art von Rückschlußring enthalten sein und beim Zusammenstellen der Maschine jeweils ein Rückschlußringpaar gegenüber dem nächsten um  $(2\tau_p)/m$  versetzt werden. Durch diese Anordnung kann die Fertigung der Nuten in den Rückschlußringen so erfolgen, daß alle Rückschlußringe übereinandergelegt werden und in einem Arbeitsgang die Nuten beispielsweise gefräst werden.

**[0013]** Gemäß einem weiteren Erfindungsmerkmal sind die Rückschlußringe durch axial außenliegende Preßringe in axialer Richtung fixierbar. Dadurch werden die Wirbelstromverluste gering gehalten. Das, die Rückschlußringe isolierende nichtmagnetische Material, vorzugsweise ein Hartgewebematerial, liegt dabei vorteilhafterweise auch in Form von Distanzierringen vor. Eine allfällige radiale Fixierung durch Schrauben od. dgl. kann auch vorgesehen sein.

**[0014]** Zur Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit und zur Reduktion von Vibrationen sind allfällige Hohlräume zwischen den U-Jochen, den I-Jochen, den allfälligen Formkörpern und den Ringwicklungen mit elektrisch

isolierendem Material ausgefüllt. Das Material soll thermisch möglichst beständig sein, eine gute Wärmeleitfähigkeit, eine schlechte elektrische Leitfähigkeit und eine Permeabilität möglichst wie Luft aufweisen. Beispielsweise kann ein in Harz getränktes Glasfaserband, ein Vlies oder Silikongummi verwendet werden. Durch das Ausfüllen der Hohlräume weisen diese eine bessere Wärmeleitfähigkeit auf, als es der Fall bei Luft wäre. Beim Betrieb der Maschine werden auch Vibrationen und Lärmentwicklung vermieden.

**[0015]** Ein weiterer Herstellungsvorteil ist damit verbunden, daß zur Aufnahme der U-Joche am Stator eine aus einzelnen Platten aufgebaute U-Trägernabe vorgesehen ist, welche Platten in Richtung zur Rotationsachse senkrecht orientierten Ebenen ausgerichtet sind. Die einzelnen Platten werden beispielsweise durch einen Laser geschnitten danach zusammengesetzt und verschweißt. Diese Herstellungsmethode ist gegenüber einem Fräsen der gesamten U-Trägernabe aus einem Stück wesentlich einfacher und somit kostengünstiger. Darüber hinaus können bei der Herstellung mittels Lasers in einfacher Weise allfällige Löcher zur Bildung beispielsweise von Kühlkanälen vorgesehen werden.

**[0016]** Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung sind an den Rückschlußringen Ausformungen, beispielsweise Leisten od. dgl. entsprechend der Position der Permanentmagnete vorgesehen. Durch diese Leisten od. dgl. kann die Positionierung der Permanentmagnete beim Verkleben mit den Rückschlußringen leichter erfolgen.

**[0017]** Weisen die Leisten od. dgl. an den Rückschlußringen und die Permanentmagnete komplementäre Gestalt auf, kann sogar eine Fixierung der Permanentmagnete an den Rückschlußringen ohne Hilfsmittel, wie zum Beispiel einen Kleber, erfolgen. Dadurch wird der Zusammenbau der Maschine und deren Wartung weiter erleichtert. Erreicht wird dies beispielsweise durch eine trapezförmige Ausbildung der Leisten und eine konische Gestaltung der Permanentmagnete. Durch konische Ausbildung der Permanentmagnete und Fixierung durch eine Art Schlußstein ähnlich bei einem Gewölbe, kann auch eine Fixierung ohne Hilfsmittel erzielt werden. Vorteilhafterweise haben die Permanentmagnete an der dem Luftspalt zugewandten Seite eine gewölbte Form. Dadurch wird ein konstanter Luftspalt und somit ein geringerer Streufluß erzielt. Dem steht allerdings eine aufwendigere Herstellung der Magnete gegenüber. Je nach Anwendungsfall können natürlich auch quaderförmige Permanentmagnete verwendet werden, welche wesentlich einfacher herzustellen sind, allerdings einen nicht konstanten Luftspalt mit sich bringen und somit einen höheren Streufluß aufweisen.

**[0018]** Gemäß einem weiteren Erfindungsmerkmal ist bei der Ausbildung der Transversalflußmaschine als Außenläufer an einer feststehenden Statorachse eine U-Trägernabe zur Aufnahme der U-Joche angeordnet und der Rotor durch ein Gehäuserohr gebildet, in dem die Rückschlußringe mit den Permanentmagneten ange-

ordnet sind. Außenläufer sind besonders für die Anwendung als Radnabenantrieb eines Fahrzeuges, insbesondere eines Niederflurfahrzeuges geeignet, da hier wenig Platz für den Antrieb zur Verfügung steht und gleichzeitig ein möglichst hohes Drehmoment auf die Fahrzeugräder übertragen werden soll. Bei einer als Außenläufer ausgebildeten Transversalflußmaschine liegt der drehmomentbildende Luftspalt radial weiter außen als bei einer als Innenläufer ausgebildeten Transversalflußmaschine gleicher Außenabmessungen. Daraus resultiert ein höheres Drehmoment bzw. eine höhere Leistung. Als Fahrzeugantrieb werden Außenläufer dann bevorzugt, wenn das Fahrzeug mit relativ großen unabgefederten Massen fahren.

**[0019]** Gemäß einem weiteren Erfindungsmerkmal weisen die U-Joche, die I-Joche und allenfalls die, die I-Joche enthaltenden Formkörper Nuten od. dgl. zur Aufnahme von Bandagen gegen eine radiale Verschiebung auf. Als Bandagen werden Glasgewebestreifen, Kohlefaserbänder od. dgl. verwendet, welche elektrisch nichtleitend und besonders reißfest sind.

**[0020]** Gemäß einer vorzugsweisen Ausbildung weisen die Formkörper Doppelnuten mit zwei unterschiedlichen, abgestuften Nuttiefen auf. Dadurch können bei entsprechender Gestaltung der Nuten an den U-Jochen diese getrennt von den I-Jochen bandagiert werden, was zu einem besseren Halt und zu einer sichereren Verbindung führt.

**[0021]** Vorteilhafterweise ist an der Oberfläche der Statorachse mindestens ein mäanderförmiger, schraubenförmiger od. dgl. angeordneter Kühlkanal zur Führung eines vorzugsweise flüssigen Kühlmediums angeordnet, und durch ein zylinderförmiges Kühlmantelrohr nach außen abgedichtet. Für die Erzielung eines hohen Drehmoments ist eine wirksame Kühlung der Maschine essentiell. Bevorzugterweise wird der feststehende Teil der Maschine, in diesem Fall die Statorachse gekühlt, da der Kühlkanal dann einfach ohne aufwendige Gleitdichtungen od. dgl. an den Kühlkreislauf angeschlossen werden kann.

**[0022]** Bei der Ausbildung der Transversalflußmaschine als Innenläufer ist gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung um eine Rotorachse mit den Rückschlußbringen mit den Permanentmagneten ein, den Stator bildendes Gehäuserohr vorgesehen, an dem innenseitig die U-Joche und I-Joche angeordnet sind. Überall dort, wo das Drehmoment einer rotierenden Welle besser verarbeitbar ist, wird die Transversalflußmaschine bevorzugterweise als Innenläufer ausgebildet. Innenläufer werden als Fahrzeugantrieb dort bevorzugt eingesetzt, wo die unabgefederten Massen möglichst gering sein sollen. Beispiele dafür sind Schienenfahrzeuge für höhere Geschwindigkeiten.

**[0023]** Zur Verhinderung einer radialen Verschiebung weisen bei einem Innenläufer gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung die Permanentmagnete oder die Rückschlußbringe Nuten od. dgl. zur Aufnahme von Bandagen gegen eine radiale Verschiebung auf. Wie bereits

oben beim Außenläufer erwähnt, werden als Bandagen Glasgewebestreifen, Kohlefaserbänder od. dgl. verwendet, welche elektrisch nichtleitend und besonders reißfest sind.

**[0024]** Zur Kühlung eines Innenläufers ist vorteilhafterweise an der Oberfläche des Gehäuserohrs mindestens ein mäanderförmig, schraubenförmig od. dgl. angeordneter Kühlkanal zur Führung eines vorzugsweise flüssigen Kühlmediums angeordnet und durch ein zylinderförmiges Kühlmantelrohr nach außen abgedichtet. In diesem Fall wird das feststehende Gehäuserohr gekühlt.

**[0025]** Zum Antrieb der Achse eines Fahrzeuges mit der als Innenläufer ausgebildeten Transversalflußmaschine ist vorgesehen, daß die, die Permanentmagnete tragenden Rückschlußbringe mit der anzutreibenden Radachse des Fahrzeuges drehfest über elastische Elemente od. dgl. verbunden sind, und daß das Gehäuserohr über Lager auf der Radachse gelagert ist und das Gehäuserohr über eine Drehmomentenstütze mit dem Fahrzeugaufbau verbunden ist. Durch die elastischen Elemente, welche einstückig oder mehrteilig sein können, werden die unabgefederten Massen reduziert, was insbesondere bei sehr hohen Geschwindigkeiten eine wesentliche Bedeutung besitzt.

**[0026]** Bei der obigen Aufhängung der als Innenläufer ausgebildeten Transversalflußmaschine ist vorteilhafterweise die Drehmomentenstütze durch mindestens zwei, vorzugsweise vier gelenkig miteinander verbundene, in Form eines Parallelogramms angeordnete Lenker gebildet, wobei ein Eckpunkt mit dem Gehäuserohr der Transversalflußmaschine und ein Eckpunkt mit dem Fahrzeugaufbau verbunden ist. Diese einfache Konstruktion der Drehmomentenstütze nimmt das Gegenmoment der Transversalflußmaschine auf, während Relativbewegungen des Antriebs zum Fahrzeugaufbau in Fahrtrichtung des Fahrzeuges sowie in senkrechter Richtung zugelassen werden.

**[0027]** Weitere Erfindungsmerkmale werden anhand der beigefügten Abbildungen näher erläutert.

**[0028]** Darin zeigen:

- Fig. 1 eine Prinzipskizze eines Teils einer Transversalflußmaschine zur Erläuterung des magnetischen Flußverlaufs,
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht des Stators einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Transversalflußmaschine in Konstruktion eines Außenläufers,
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht des zum Stator gemäß Fig. 2 gehörigen Rotors einer Transversalflußmaschine,
- Fig. 4 eine perspektivische Ansicht des Stators gemäß Fig. 2 ohne Achse und mit Darstellung nur einer Ringspule ohne Preßbringe.
- Fig. 5 die Anwendung einer Transversalflußmaschine in Form eines Außenläufers als Radnabenmotor eines Schienenfahrzeuges in

- Fig. 6 seitlicher Schnittbildarstellung, eine bevorzugte Ausführungsform eines U-Jochs für eine dreiphasige Transversalflußmaschine gemäß den Figuren 2 bis 5,
- Fig. 6a das Detail VI des Formschlusses der Einzelteile eines U-Jochs aus Fig. 6 in vergrößerter Darstellung,
- Fig. 6b eine Variante des Formschlusses der U-Joch-Einzelteile in vergrößerter Darstellung,
- Fig. 7 eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäß in einen Formkörper eingebetteten I-Joche in Schnittbildarstellung,
- Fig. 8 eine Schnitt durch den Formkörper gemäß Fig. 7 entlang der Schnittlinie VIII-VIII,
- Fig. 9 eine Darstellung eines Rückschlußrings mit Nuten zur Sicherung vor Verdrehung.
- Fig. 10 die Anordnung einer Distanzleiste am Rotor zur Distanzierung des Rotors vom Stator während des Zusammenbaus der Maschine,
- Fig. 11 eine bevorzugte Ausführungsform des Rückschlußrings zur Aufnahme der Permanentmagnete,
- Fig. 12 die Anwendung einer dreiphasigen Transversalflußmaschine in Form eines Innenläufers in seitlicher Schnittbildarstellung, und
- Fig. 13 die Anwendung einer als Innenläufer dargestellten Transversalflußmaschine für den Antrieb der Radachse eines Schienenfahrzeuges.

[0029] Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer einphasigen Transversalflußmaschine in Form eines Außenläufers (d.h. der rotierende Teil der Maschine liegt außen). Innerhalb eines sogenannten U-Jochs 1 ist eine Ringwicklung 2 um die Rotationsachse A angeordnet. Über den Schenkeln des U-Jochs 1 befinden sich zwei Permanentmagnete 3, welche über Rückschlußringe 4 mit den nachfolgenden Permanentmagneten 3 magnetisch kurzgeschlossen sind. Ein in der Ringwicklung 2 fließender Wechselstrom  $I$  ruft einen magnetischen Fluß  $\Phi$  hervor, der vom U-Joch 1 über den Luftspalt zu den Permanentmagneten 3 über die Rückschlußringe 4 verlaufen und über ein sogenanntes I-Joch 5 kurzgeschlossen wird. Der magnetische Fluß  $\Phi$  teilt sich in zwei Hälften  $\Phi/2$  wobei die eine Hälfte über das nächste I-Joch 5 und die andere Hälfte über das vorige I-Joch 5 kurzgeschlossen wird. Eine Transversalflußmaschine setzt sich aus einer Vielzahl von solchen U-Jochen 1 I-Jochen 5 zusammen, die abwechselnd um eine Rotationsachse A angeordnet werden. Im dargestellten Beispiel würden die Permanentmagnete 3 und die Rückschlußringe 4 in einem gemeinsamen Gehäuse (nicht dargestellt) angeordnet, welches den Rotor der Maschine bildet. Die U-Joche 1 und I-Joche 5 sind üblicherweise aus weichmagnetischem Material hergestellt. Zur Reduktion der Wirbelstromverluste sind die U-Joche 1

und die I-Joche 5 vorzugsweise aus lamellierten Blechen zusammengesetzt und mit Back-Lack in an sich bekannter Weise voneinander isoliert und miteinander verklebt. Gemäß einer erfindungsgemäßen Variante können die einzelnen Lamellen der U-Joche 1 und I-Joche 5 mit Ausformungen durch Tiefziehen, Prägen, Stanzen od. dgl. versehen werden. Anschließend werden die mit diesen Ausformungen versehenen Bleche, welche meist schon vor der Bearbeitung mit einer Lackisolierung vorliegen, übereinandergelegt und miteinander verpreßt. Durch diese Konstruktionsvariante ist eine feste Verbindung der Lamellen ohne Verwendung von Back-Lack oder dergleichen möglich. Entsprechend der Polpaarzahl  $p$  sind  $2p$  Permanentmagnete 3 über den Umfang der Maschine verteilt. Der magnetische Fluß  $\Phi$  ruft in Abhängigkeit der Polpaarzahl  $p$  einen Drehschub hervor und bringt die Transversalflußmaschine zum Drehen. Bei einer einphasigen Maschine, wie in Fig. 1 dargestellt, müßte diese "angeworfen" werden, da das notwendige Anfahrmoment nicht aufgebracht werden kann. Entsprechend des dreidimensionalen Verlaufs des magnetischen Flusses  $\Phi$  werden derartige Maschinen Transversalflußmaschinen genannt, da der Fluß  $\Phi$  auch quer zur Motorachse verläuft. Bei herkömmlichen Asynchronmaschinen hingegen verläuft der Fluß  $\Phi$  nur in Längsrichtung. Gegenüber bekannten Asynchron- oder auch Synchronmaschinen ist eine Transversalflußmaschine bei gleichem Drehmoment wesentlich leichter, respektive kann eine Transversalflußmaschine bei gleicher Maschinengröße ein etwa doppelt so großes Drehmoment hervorrufen. Der Wirkungsgrad ist höher als bei Asynchronmaschinen mit vergleichbarem Drehmoment. Gegenüber Synchron- und Asynchronmaschinen ist der Aufbau, insbesondere der Aufbau der Ringwicklung 2 bei der Transversalflußmaschine wesentlich einfacher. In der Regel ist die Ringwicklung 2 aus wenigen voneinander isolierten Flachkupferwindungen aufgebaut. Die Transversalflußmaschine besteht zwar aus relativ vielen Einzelteilen, diese sind aber aufgrund der Gleichartigkeit bzw. Ähnlichkeit relativ einfach automatisiert herstellbar. Aufgrund der relativ hohen Streuverluste haben Transversalflußmaschinen bis heute noch keine breite Anwendung gefunden. Das Drehmoment einer Transversalflußmaschine steigt proportional mit der Polpaarzahl  $p$ , welche über die Anzahl der Permanentmagnete 3 festgelegt wird. Allerdings müssen die U-Joche 1 und die I-Joche 5 mit steigender Anzahl von Permanentmagneten 3 kleiner ausgeführt werden, was in größeren magnetischen Streuflüssen resultiert. Es muß daher ein Kompromiß zwischen hohem Drehmoment und möglichst geringer Streuung eingegangen werden, sodaß eine Maschine mit möglichst hoher Schubkraft und hohem Wirkungsgrad resultiert. Üblicherweise werden je nach zur Verfügung stehendem Versorgungsnetz mehrphasige Transversalflußmaschinen mit mehreren, nebeneinander angeordneten Ringwicklungen 2 ausgeführt. Im Gegensatz zu Asynchronmaschinen erzeugt

eine Transversalflußmaschine kein Drehfeld und benötigt daher für ein automatisches Anfahren zumindest zwei Phasen. In der Regel werden zweiphasige oder dreiphasige Maschinen bzw. ganzzahlige Vielfache davon eingesetzt.

**[0030]** Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines teilweise zusammengesetzten Stators einer als Außenläufer ausgebildeten Transversalflußmaschine. Dabei ist auf einer feststehenden Statorachse 6 eine U-Trägernabe 7 aufgebracht, welche vorzugsweise aus laser-geschnittenen Blechen aufgebaut ist. Auf der U-Trägernabe 7 werden die U-Joche 1 sowie die Ringwicklungen 2 und danach die I-Joche 5 zwischen den U-Jochen 1 eingesetzt. Die Einheit ist durch Preßringe 8 axial miteinander verspannt. Die Preßringe 8 weisen entsprechende Bohrungen 11 für Schrauben auf, welche in entsprechende Gewindebohrungen in der U-Trägernabe 7 (siehe Fig. 4) eingeschraubt werden. Weiters sind an den Preßringen 8 die Anschlüsse 9 der Ringwicklungen 2 herausgeführt. Am Umfang der Preßringe 8 ist eine Nut 17 angeordnet, in welche Distanzhalter eingesetzt werden können, um beim Zusammenbau oder beim Zerlegen der Maschine eine Berührung zwischen Stator und Rotor zu verhindern. Durch die enorm hohe Anziehungskraft der Permanentmagnete 3 würde ein Ineinanderschieben des Rotors und Stators unmöglich werden. Darüber hinaus wäre damit eine Zerstörung der Permanentmagnete 3 verbunden. Gemäß einem Erfindungsmerkmal ist vorgesehen, daß die I-Joche 5 in einem Formkörper 10 angeordnet sind, der beispielsweise für gute Temperaturbeständigkeit aus vulkanisiertem Silikongummi bestehen kann. Dadurch haben die I-Joche 5 eine definierte Lage und sind von den U-Jochen 1 elektrisch und magnetisch isoliert. Zur radialen Fixierung der gesamten Anordnung werden die U-Joche 1 und I-Joche 5 am Umfang bandagiert, wofür entsprechende Nuten 25, 26, 27 in den U-Jochen 1 und den I-Jochen 5 bzw. den Formkörpern 10 vorgesehen sind. Diese Details werden weiter unten näher erläutert. Im Fall eines Innenläufers müssen die Permanentmagnete 3 oder die Rückschlußringe 4 bandagiert werden. Die Hohlräume 12, welche zwischen U-Jochen 1, I-Jochen 5 und Ringwicklungen 2 entstehen, verhindern eine gute Abführung der Wärme, da Luft eine relativ schlechte Wärmeleitfähigkeit besitzt. Darüber hinaus können die Hohlräume 12 zu Vibrationen der Maschinen, insbesondere bei hohen Drehzahlen führen. Dementsprechend werden die Hohlräume 12 gemäß einem Erfindungsmerkmal mit elektrisch isolierendem Material ausgefüllt. Das verwendete Material soll thermisch möglichst beständig sein, eine gute Wärmeleitfähigkeit, eine schlechte elektrische Leitfähigkeit und eine Permeabilität möglichst wie Luft aufweisen. Beispielsweise kann ein in Harz getränktes Glasfaserband oder Silikongummi verwendet werden. Um einen leichteren Aufbau der Maschine zu gewährleisten, sind die U-Joche 1 erfindungsgemäß mehrteilig aufgebaut, sodaß die vorgefertigten Ringwicklungen 2 leicht eingelegt werden können.

nen. Auf diese erfindungsgemäße Teilung der U-Joche 1 wird weiter unten noch näher eingegangen. Am Ende der Statorachse 6 sind zwei Öffnungen 33 für die Zu- und Ableitung des Kühlmittels zur Kühlung der Statorachse 6 ersichtlich.

**[0031]** Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht des zum Stator gemäß Fig. 2 passenden Rotors der Transversalflußmaschine. Der Rotor besteht aus den am Umfang angeordneten Permanentmagneten 3, die an den Rückschlußringen 4 angeordnet und mit diesen verklebt oder andersartig fest verbunden sind. Die einzelnen Rückschlußringe 4 mit den Permanentmagneten 3 werden mit Hilfe von Fixierringen 13 axial zusammengepreßt. Zur Vereinfachung kann anstelle eines Fixierringes 13 auch eine entsprechende Ausgestaltung im Gehäuserohr 14 in Form einer Gehäuseschulter vorgesehen sein. Zwischen den einzelnen Rückschlußringen 4 werden Ringe zur Isolation eingesetzt. Dazu wird beispielsweise Hartgewebematerial verwendet, da dieses nichtmagnetisch und kaum elektrisch leitfähig ist. Schließlich wird ein Gehäuserohr 14 um den Rotor angeordnet. Die Fixierringe 13 werden beispielsweise mit Schrauben, welche durch die Bohrungen 15 am Gehäuserohr 14 gedreht werden, radial gesichert. Durch die Bohrungen 16 im Gehäuserohr 14 können Distanzhalter (nicht dargestellt), beispielsweise Distanzschrauben, eingebracht werden, welche in eine entsprechende Nut 17 am Preßring 8 des Stators der Maschine (siehe Fig. 2) eingreifen, und ein Anschlagen des Stators an die Permanentmagnete 3 beim Zusammenbauen oder Zerlegen der Maschine verhindern. Allfällige Ausformungen 18 am Gehäuserohr 14 können beispielsweise zur Montage eines Laufkranzes bei einem Radnabenantrieb für ein Schienenfahrzeug dienen (nicht dargestellt).

**[0032]** In Fig. 4 ist ein Teil des Stators ohne Statorachse 6 und ohne Preßringe 8 in nur teilweise zusammengebaute Form dargestellt. In diesem Fall sind erst eine Ringwicklung 2 und einige U-Joche 1 und I-Joche 5 auf der U-Trägernabe 7 angeordnet. Aus dieser Darstellung wird deutlich, daß eine Herstellung der U-Trägernabe 7 aus einem massiven Bauteil relativ aufwendig wäre, da die Nuten 34, in welche die U-Joche 1 eingesetzt werden, gefräst werden müssen sowie allfällige Gewindebohrungen 19 zur Aufnahme von Schrauben zur Fixierung der Preßringe 8 hergestellt werden müssen. Es können einzelne Zähne 20 der U-Trägernabe 7 kürzer ausgeführt sein als die übrigen Zähne 20 um das Herausführen der Anschlüsse 9 der Ringwicklungen 2 an die Stirnseite des Stators zu ermöglichen. Durch Verbinderringe 21 werden die Anschlüsse 9 der Ringwicklungen 2 von mehrphasigen Maschinen zusammengefaßt.

**[0033]** Fig. 5 zeigt eine Transversalflußmaschine als Radnabenantrieb für ein Schienenfahrzeug in seitlicher Schnittbild-darstellung. Die U-Joche 1 sind um die Statorachse 6 angeordnet. An der Oberfläche der Statorachse 6 ist ein mäanderförmiger oder doppelspiralfö-

miger Kühlkanal 22 angeordnet, der von einem Kühlmantelrohr 32 umschlossen wird. Auf dem Gehäuserohr 14 sind die Rückschlußringe 4 mit den Permanentmagneten 3 fest angeordnet. Auf dem Gehäuserohr 14 kann beispielsweise der Laufkranz 23 eines Schienenfahrzeuges oder die Felge mit dem Reifen eines nicht schienenengebundenen Fahrzeuges befestigt werden. Die einseitige Aufhängung des Radnabenantriebs über ein Tragschild erleichtert die Montage bzw. Demontage des Antriebs.

**[0034]** Fig. 6 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines U-Jochs 1 für eine dreiphasige Maschine. Das U-Joch 1 ist dabei aus vier Einzelteilen aufgebaut, wobei jede Teilungsebene einen rechten Winkel mit der U-Joch-Ebene einschließt. Unter der U-Joch-Ebene ist jene Ebene zu verstehen, in der die Hauptausdehnungen des U-Jochs 1 liegt, also im Fall der Fig. 6 die Zeichnungsebene. Die Teilungsebene könnte aber auch einen Winkel kleiner als  $90^\circ$  mit der U-Joch-Ebene einschließen. Die Einzelteile des U-Jochs 1 werden jeweils durch eine formschlüssige Ausbildung 24 miteinander verbunden, sodaß eine radiale Verschiebung in Richtung des Pfeiles R nicht möglich ist. Die entsprechende Gestaltung der offenen Enden der U-Jochabschnitte dient zur Verringerung des Streuflusses. Die Nuten 25 im U-Joch 1 werden zur Bandagierung der Maschine verwendet. Fig. 6a zeigt die formschlüssige Verbindung der Einzelteile des U-Jochs 1 gemäß dem Detail VI aus Fig. 6 in vergrößerter Darstellung. Durch diese dreieckförmige komplementäre Ausbildung 24 der Einzelteile des U-Jochs 1, welche ineinandergreifen, wird eine Verschiebung der Einzelteile zueinander in radialer Richtung verhindert. Fig. 6b zeigt eine gegenüber Fig. 6a erweiterte Konstruktion eines Formschlusses, bei dem durch einen zusätzlichen Widerhaken 44 in der formschlüssigen Ausbildung 24 der Einzelteile des U-Jochs 1 auch eine Verschiebung in axialer Richtung verhindert wird, wodurch der Zusammenbau der Maschine erleichtert wird. Die formschlüssigen Verbindung zwischen den Einzelteilen des U-Jochs 1 kann beliebig gestaltet werden.

**[0035]** Fig. 7 zeigt einen Längsschnitt durch einen die drei I-Joche 5 einer dreiphasigen Maschine enthaltenden Formkörper 10, der vorzugsweise aus vulkanisiertem Silikongummi hergestellt ist. Fig. 8 zeigt einen Schnitt durch den Formkörper 10 entlang der Schnittlinie VIII-VIII aus Fig. 7. Durch die konische Gestalt des Formkörpers 10 wird beim Einstecken der Formkörper 10 zwischen die U-Joche 1 eine Art Gewölbedruck erreicht. Die I-Joche 5 sind, wie bereits erwähnt, vorzugsweise aus lamellierten Blechen aufgebaut. Durch das Einbetten beispielsweise das Einvulkanisieren der I-Joche 5 im Formkörper 10 ist deren Lage in Bezug auf die U-Joche 1 gesichert und sind diese gegenüber den U-Jochen 1 magnetisch und elektrisch isoliert. Wie aus Fig. 7 ersichtlich, enthalten die im Formkörper 10 eingebetteten I-Joche 5 drei Nuten 26 sowie der Formkörper 10 vier weitere Doppelnuten 27. Über die Nuten 26

werden die I-Joche 5 bandagiert. Die Doppelnuten 27 dienen zur gestuften Bandagierung vorerst der U-Joche 1, da die tieferen Abschnitte der Doppelnuten 27 mit den Nuten 25 der U-Joche 1 übereinstimmen. Mit einem breiten beispielsweise Gewebeband über die weniger tiefen Nuten der Doppelnuten 27 werden die Formkörper 10 bandagiert, sodaß keine radiale Verschiebung und somit Vibrationen während des Laufes der Maschine, insbesondere bei hohen Drehzahlen auftreten können.

**[0036]** Fig. 9 zeigt einen Rückschlußring 4 einer dreiphasigen Maschine, der mit mehreren in Umfangsrichtung aufeinanderfolgenden quer zur Umfangsrichtung angeordneten Nuten 28 zur drehteilen, genau definierten Anordnung beispielsweise am Gehäuserohr 14 dienen. Je ein Paar Rückschlußringe 4 muß gegenüber dem nächsten Paar von Rückschlußringen um  $(2\tau_p)/m$  versetzt werden, wobei  $\tau_p$  die Polteilung und m die Anzahl der Phasen bedeuten. Im gezeigten Beispiel werden der Einfachheit halber alle Rückschlußringe 4 mit mindestens m Nuten 28 mit einem Abstand  $a=(2\tau_p)/m$  voneinander ausgeführt. Für eine symmetrische Anordnung können die m Nuten 28 auch mehrfach, in gleichen Winkelabständen voneinander am Umfang der Rückschlußringe 4 angeordnet werden. Die Herstellung der Rückschlußringe 4 kann daher relativ einfach erfolgen, da diese gemeinsam mit gleicher Anzahl und Anordnung der Nuten 28 hergestellt werden und beim Zusammenbau der Maschine paarweise versetzt werden.

**[0037]** Fig. 10 zeigt die Anordnung einer Distanzleiste 29 am Rotor der Maschine, beispielsweise über eine Schraube 30 am Rückschlußring 4 oder Gehäuserohr 14. Die Distanzleiste 29 dient zur Distanzierung des Rotors vom Stator beim Zusammenbau oder Zerlegen der Maschine. Zu diesem Zweck werden die über den Umfang angeordneten Distanzleisten 29 mit Hilfe beispielsweise der Schrauben 30 über die Permanentmagnete 3 hinausgeschoben. Nach dem Ineinanderschieben von Rotor und Stator und dem Anbringen der Lagerdeckel der Maschine werden die Distanzleisten 29 durch Verdrehen der Schrauben 30 hinter die Permanentmagnete 3 zurückgezogen, sodaß ein freier Lauf der Maschine möglich wird. Die Distanzleisten 29 müssen nach dem Zusammenbau in der Maschine verbleiben, da sie nach der Montage der Lagerdeckel nicht mehr entfernt werden können.

**[0038]** Fig. 11 zeigt eine bevorzugte Ausbildung des Rückschlußringes 4 und der Permanentmagnete 3. Um ein leichteres Positionieren der Permanentmagnete 3 um den Umfang des Rückschlußringes 4 zu erreichen, sind entsprechend der Größe und des Abstandes der Permanentmagnete 3 Leisten 31 an den Rückschlußringen 4 angeordnet. Diese können sehr klein ausgebildet sein und nur zum leichteren Positionieren der Permanentmagnete 3 beim Verkleben mit dem Rückschlußring 4 dienen. Wenn die Leisten 31 größer ausgeführt und speziell geformt, z.B. trapezförmig gestaltet sind, können entsprechend komplementär ge-



formte Permanentmagnete 3 auch ohne Verklebung fest mit den Rückschlußringen 4 verbunden werden. Gemäß einer nicht dargestellten Variante können auch entsprechend geformte Permanentmagnete 3 um den Umfang angeordnet werden und durch einen Teil in Art eines Schlußsteines bei einem Gewölbe ein Halt erzielt werden.

[0039] Natürlich sind die Erfindungsmerkmale auch an eine als Innenläufer ausgebildete Transversalflußmaschine anwendbar. Es gelten die Vorteile der erfindungsgemäßen Konstruktion sowohl für die Verwendung der Maschine als Motor sowie als Generator. Fig. 12 zeigt eine Anwendung einer dreiphasigen Transversalflußmaschine in Form eines Innenläufers in seitlicher Schnittdarstellung. An einer Rotorachse 36 sind die Rückschlußringe 4 und die daran befestigten Permanentmagnete 3 angeordnet. Der Stator wird durch ein Gehäuserohr 35 mit einer U-Trägernabe gebildet an dem die U-Joche 1 mit den Ringwicklungen 2 und dazwischen die I-Joche (nicht sichtbar) angeordnet sind. An der Oberfläche des Gehäuserohrs 35 kann ein Kühlkanal 37 angeordnet und durch ein Kühlmantelrohr 38 abgedeckt sein. Im Gegensatz zu einer Außenläufermaschine gleicher Baugröße liegt beim Innenläufer der drehmomentbildende Luftspalt radial weiter innen, resultierend in einem geringeren Drehmoment und in einer geringeren Leistung der Maschine.

[0040] In Fig. 13 ist eine als Innenläufer ausgeführte Transversalflußmaschine als Antrieb der Radachse 39 eines Schienenfahrzeuges dargestellt. Die Rotorachse 36 der als Innenläufer ausgebildeten Transversalflußmaschine ist dabei gleichzeitig die Radachse 39 des Fahrzeuges. Über der Radachse 39 sind elastische Elemente 40 zur Reduktion der unabgefederten Massen angeordnet. Die elastischen Elemente 40 können einstückig oder mehrteilig sein und beispielsweise als rohrförmiges Element, das auf die Radachse 39 aufgesteckt oder aufgeschraubt wird, vorliegen. Um die Radachse 39 sind die Rückschlußringe 4 mit den Permanentmagneten 3 der Transversalflußmaschine angeordnet. Der Stator der Maschine ist über Lager 41 drehbar an der Radachse 39 gelagert. Das den Stator bildende Gehäuserohr 35 bzw. das Kühlmantelrohr 38 ist über eine Drehmomentenstütze 42 mit dem Fahrzeugaufbau 43 verbunden. Die Drehmomentenstütze 42 fängt das Gegendrehmoment der Transversalflußmaschine ab, läßt aber Relativbewegungen zwischen Antrieb und Fahrzeugaufbau in Fahrtrichtung sowie in senkrechter Richtung zu. Dadurch resultieren relativ geringe unabgefederte Massen, welche bei Schienenfahrzeugen insbesondere für sehr hohe Geschwindigkeiten notwendig sind.

#### Patentansprüche

1. Transversalflußmaschine, insbesondere einseitige Transversalflußmaschine mit mindestens einem

Stator und einem Rotor, mit über den Umfang des Rotors der Maschine auf weichmagnetischen und allenfalls voneinander magnetisch isolierten Rückschlußringen angeordneten Permanentmagneten, und mit über den Umfang des Stators der Maschine angeordneten weichmagnetischen Bestandteilen in Form von U-Jochen und zwischen den U-Jochen eingesetzten I-Jochen, wobei die U-Joche zumindest eine Ringwicklung aufnehmen, dadurch gekennzeichnet daß die U-Joche (1) geteilt sind, wobei die oder jede Teilungsebene mit der U-Joch-Ebene einen spitzen bis rechten Winkel einschließt, und daß die Einzelteile der U-Joche (1) an ihren Berührungsfächen komplementäre formschlüssige Ausbildungen (24) zur Verhinderung einer radialen Verschiebung der Einzelteile der U-Joche (1) zueinander aufweisen.

2. Transversalflußmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die formschlüssigen Ausbildungen (24) der Einzelteile der U-Joche (1) derart ausgebildet sind, daß eine axiale Verschiebung der Einzelteile der U-Joche (1) zueinander verhindert ist.
3. Transversalflußmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die I-Joche (5) in einem magnetisch und elektrisch isolierenden Formkörper (10) eingebettet sind.
4. Transversalflußmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß radiale Distanzhalter, beispielsweise Schrauben od. dgl. zur Lagefixierung des Stators gegenüber dem Rotor vorgesehen sind.
5. Transversalflußmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Rotor oder Stator Distanzleisten (29), parallel zur Rotationsachse (A) der Maschine angeordnet sind, welche mit Hilfe von Schrauben (30) od. dgl. über den Luftspalt zwischen Rotor und Stator distanzierbar, und während des Betriebs der Maschine unter Freigabe des Luftspalts mit Hilfe der Schrauben (30) od. dgl. zurückziehbar sind.
6. Transversalflußmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückschlußringe (4) der Maschine an der, den Permanentmagneten (3) gegenüberliegenden Seite zumindest eine Nut (28) od. dgl. zur Sicherung vor Verdrehung aufweist, welche vorzugsweise quer zur Umfangsrichtung angeordnet ist.
7. Transversalflußmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückschlußringe (4) zumindest m Nuten (28) od. dgl. mit einem Abstand (a) von  $(2\tau_p)/m$  voneinander in Umfangsrich-



tung aufeinanderfolgend aufweisen, wobei  $m$  die Anzahl der Phasen und  $\tau_p$  die Polteilung der Maschine bedeuten.

8. Transversalflußmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückschlußringe (4) durch axial außenliegende Preßringe (8) in axialer Richtung fixierbar sind. 5
9. Transversalflußmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß allfällige Hohlräume (12) zwischen den U-Jochen (1), den I-Jochen (5), den allfälligen Formkörpern (10) und den Ringwicklungen (2) mit elektrisch isolierendem Material ausgefüllt sind. 10
10. Transversalflußmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Aufnahme der U-Joche (1) am Stator eine aus einzelnen Platten aufgebaute U-Trägnabe (7) vorgesehen ist, welche Platten in Richtung zur Rotationsachse (A) senkrecht orientierten Ebenen ausgerichtet sind. 15
11. Transversalflußmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß an den Rückschlußringen (4) Ausformungen, beispielsweise Leisten (31) od. dgl. entsprechend der Position der Permanentmagnete (3) vorgesehen sind. 20
12. Transversalflußmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Leisten (31) od. dgl. an den Rückschlußringen (4) und die Permanentmagnete (3) komplementäre Gestalt aufweisen. 25
13. Transversalflußmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Ausbildung der Maschine als Außenläufer an einer feststehenden Statorachse (6) eine U-Trägnabe (7) zur Aufnahme der U-Joche (1) angeordnet ist, und der Rotor durch ein Gehäuserohr (14) gebildet ist, in dem innenseitig die Rückschlußringe (4) mit den Permanentmagneten (3) angeordnet sind. 30
14. Transversalflußmaschine nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die U-Joche (1), die I-Joche (5) und allenfalls die, die I-Joche (5) enthaltenden Formkörper (10) Nuten (25, 26, 27) od. dgl. zur Aufnahme von Bandagen gegen eine radiale Verschiebung aufweisen. 35
15. Transversalflußmaschine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Formkörper (10) Doppelnuten (27) mit zwei unterschiedlichen, abgestuften Nuttiefen aufweisen. 40
16. Transversalflußmaschine nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß an der 45

Oberfläche der Statorachse (6) mindestens ein mäanderförmig, schraubenförmig od. dgl. angeordneter Kühlkanal (22) zur Führung eines vorzugsweise flüssigen Kühlmediums angeordnet und durch ein zylinderförmiges Kühlmantelrohr (32) nach außen abgedichtet ist.

17. Transversalflußmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausbildung der Maschine als Innenläufer um eine Rotorachse (36) mit den Rückschlußringen (4) mit den Permanentmagneten (3) ein, den Stator bildendes Gehäuserohr (35) vorgesehen ist, an dem innenseitig die U-Joche (1) und I-Joche (5) angeordnet sind. 50
18. Transversalflußmaschine nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagnete (3) oder die Rückschlußringe (4) Nuten od. dgl. zur Aufnahme von Bandagen gegen eine radiale Verschiebung aufweisen. 55
19. Transversalflußmaschine nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß an der Oberfläche des Gehäuserohrs (35) mindestens ein mäanderförmig, schraubenförmig od. dgl. angeordneter Kühlkanal (37) zur Führung eines vorzugsweise flüssigen Kühlmediums angeordnet und durch ein zylinderförmiges Kühlmantelrohr (38) nach außen abgedichtet ist.
20. Transversalflußmaschine nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die, die Permanentmagnete (3) tragenden Rückschlußringe (4) mit der anzutreibenden Radachse (39) des Fahrzeuges drehfest über elastische Elemente (40) od. dgl. verbunden sind, und daß das Gehäuserohr (35) über Lager (41) auf der Radachse (39) gelagert ist und das Gehäuserohr (35) über eine Drehmomentenstütze (42) mit dem Fahrzeugaufbau (43) verbunden ist.
21. Transversalflußmaschine nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehmomentenstütze (42) durch mindestens zwei, vorzugsweise vier gelenkig miteinander verbundene, in Form eines Parallelogramms angeordnete Lenker gebildet ist, wobei ein Eckpunkt mit dem Gehäuserohr (35) der Transversalflußmaschine und ein Eckpunkt mit dem Fahrzeugaufbau (43) verbunden ist.

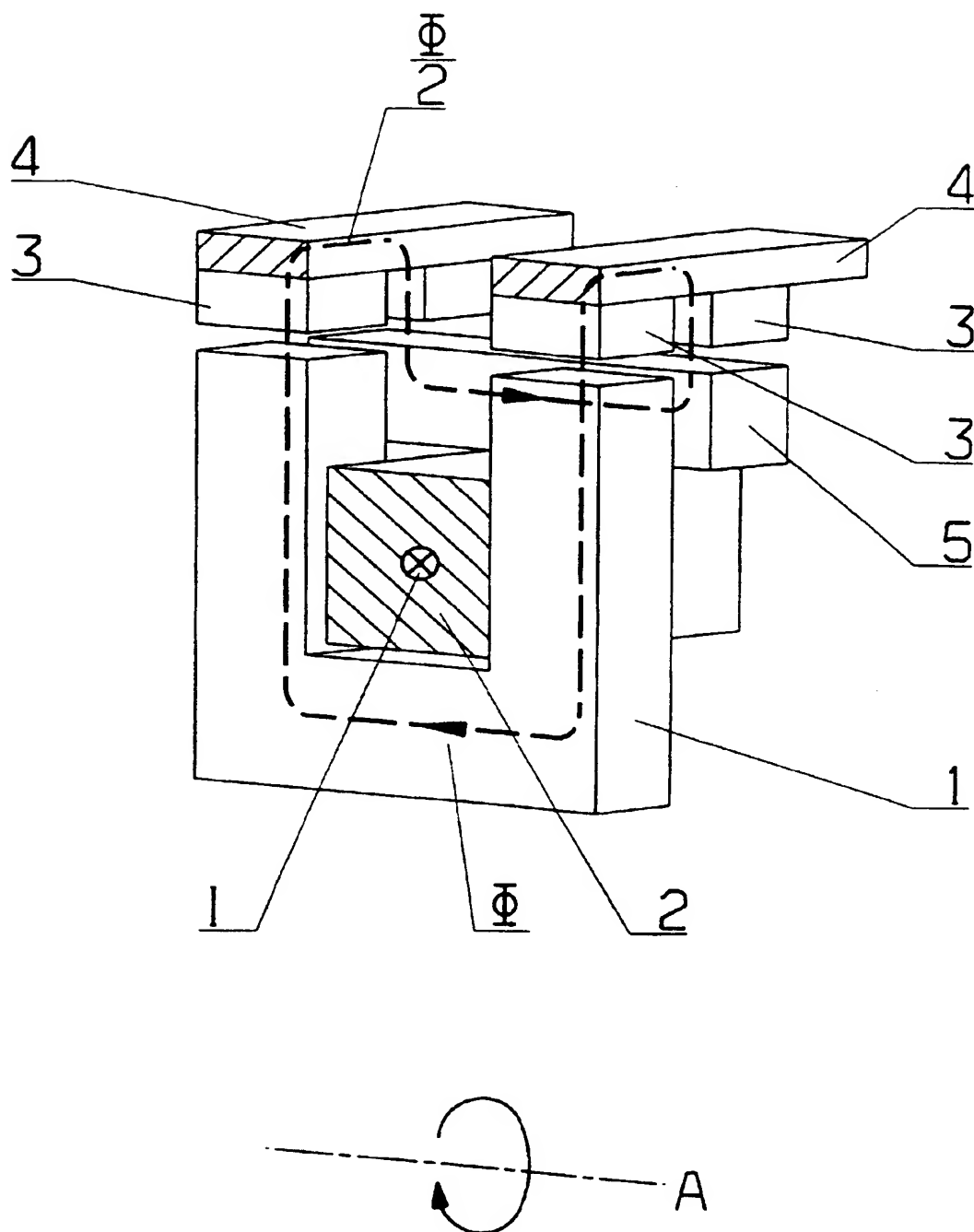


Fig. 1

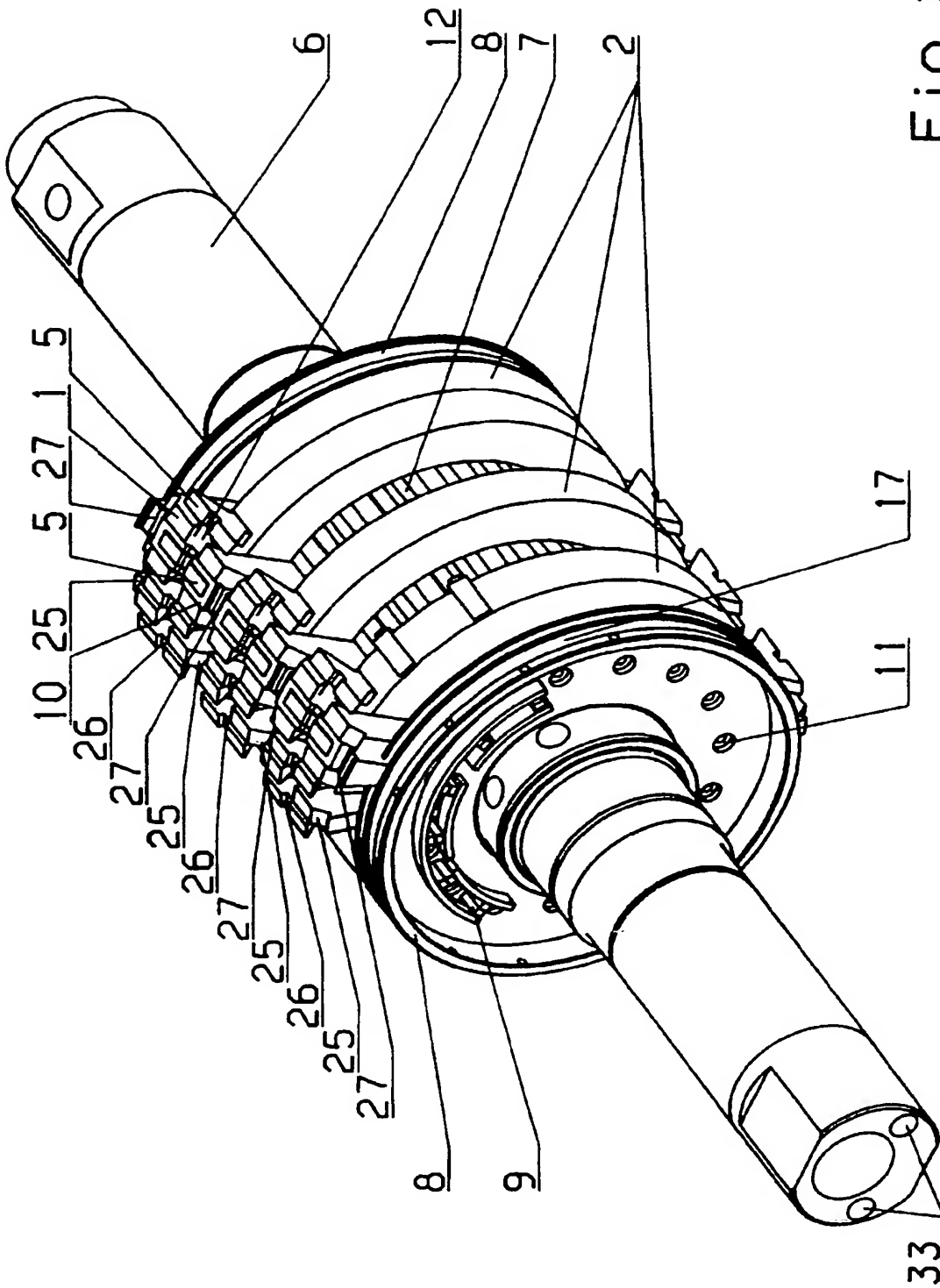


Fig. 2

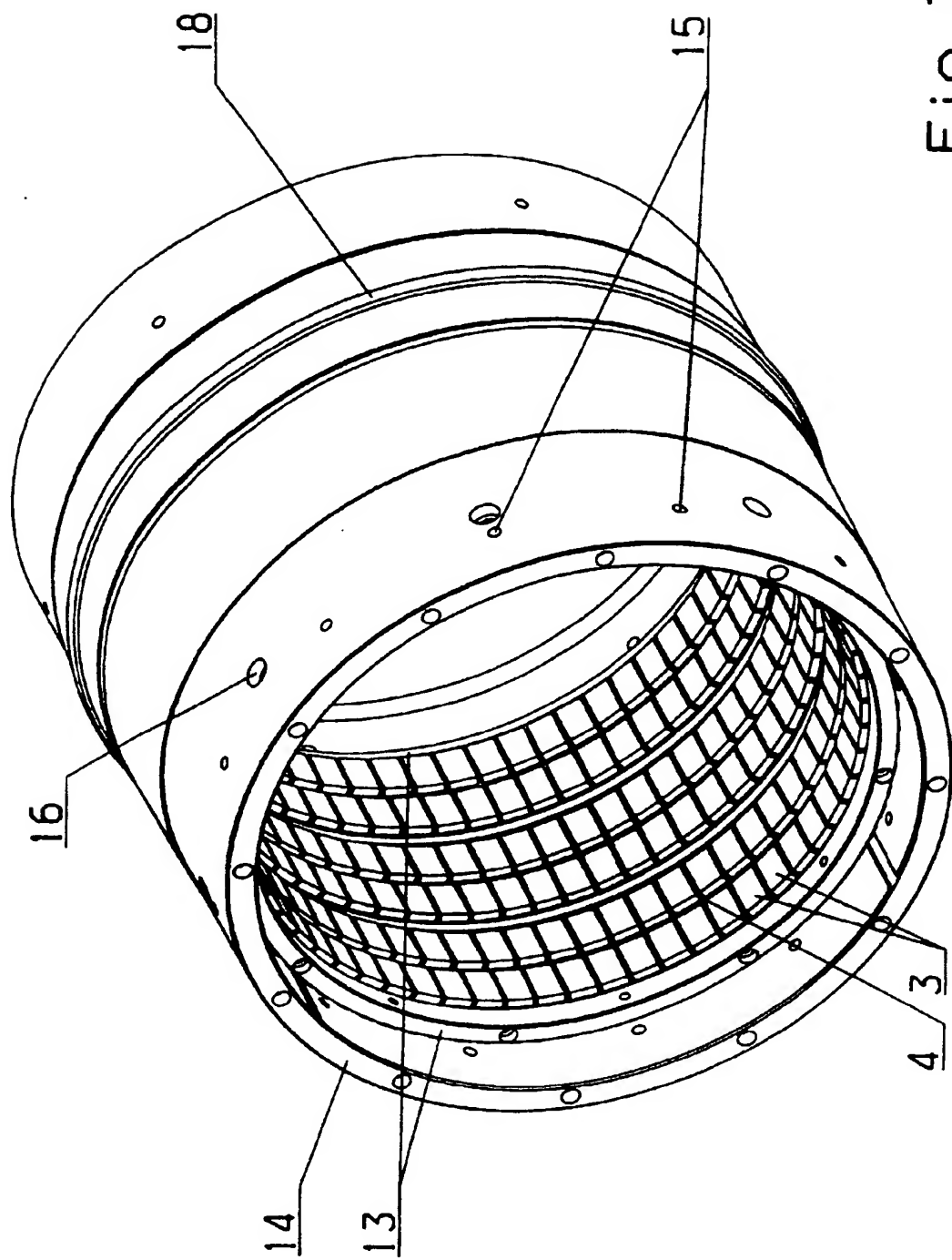


Fig. 3

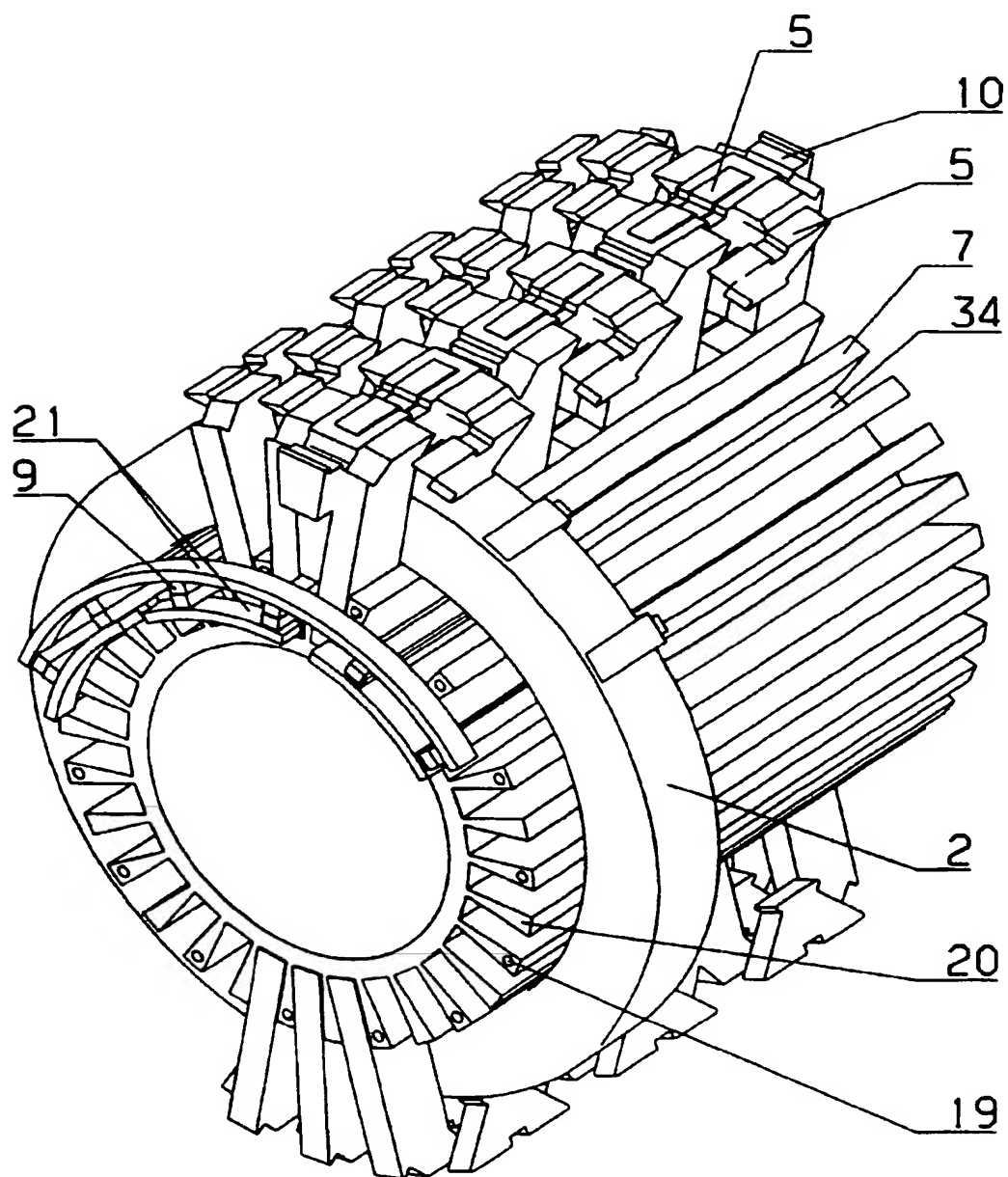


Fig. 4

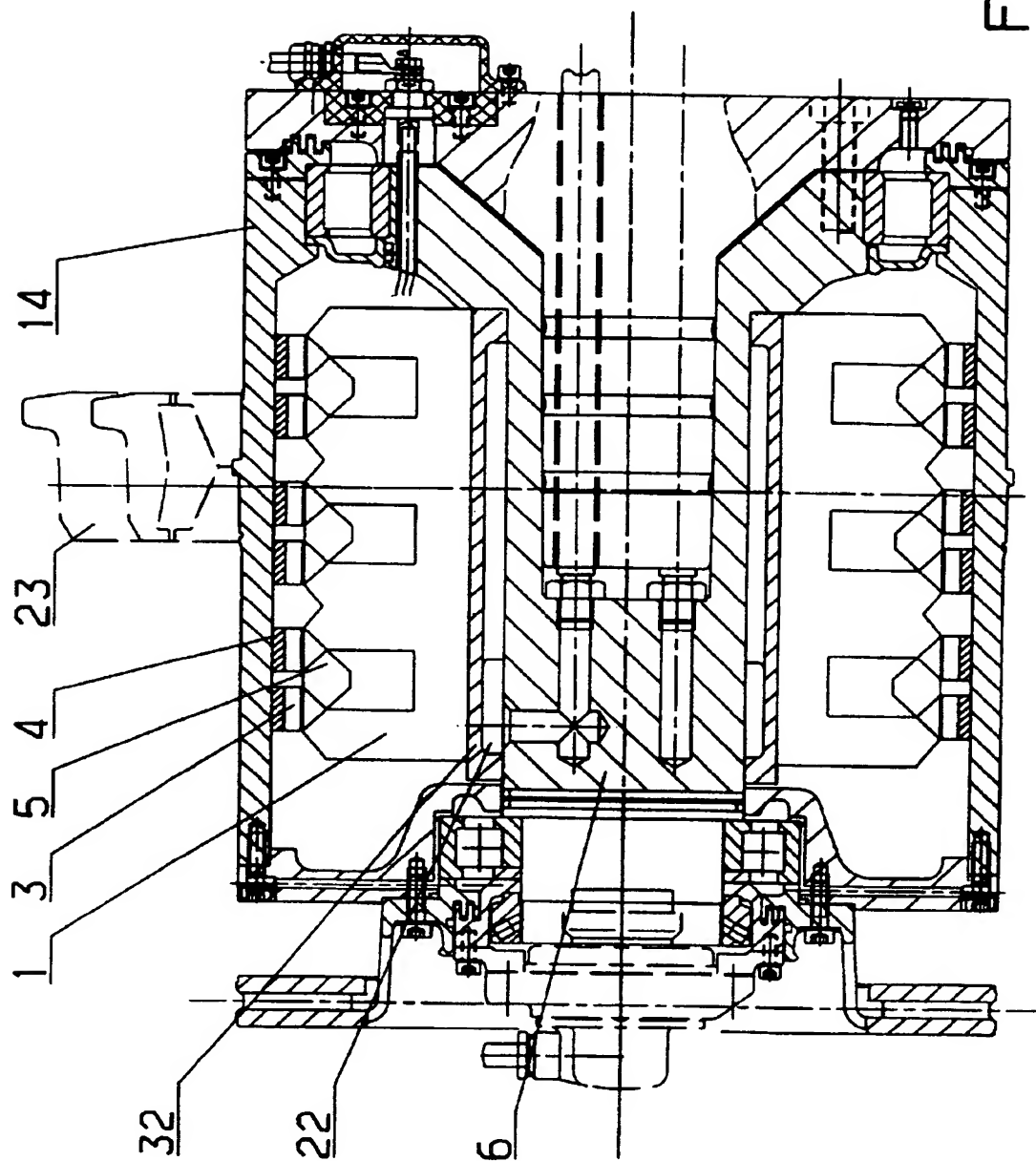


Fig. 5

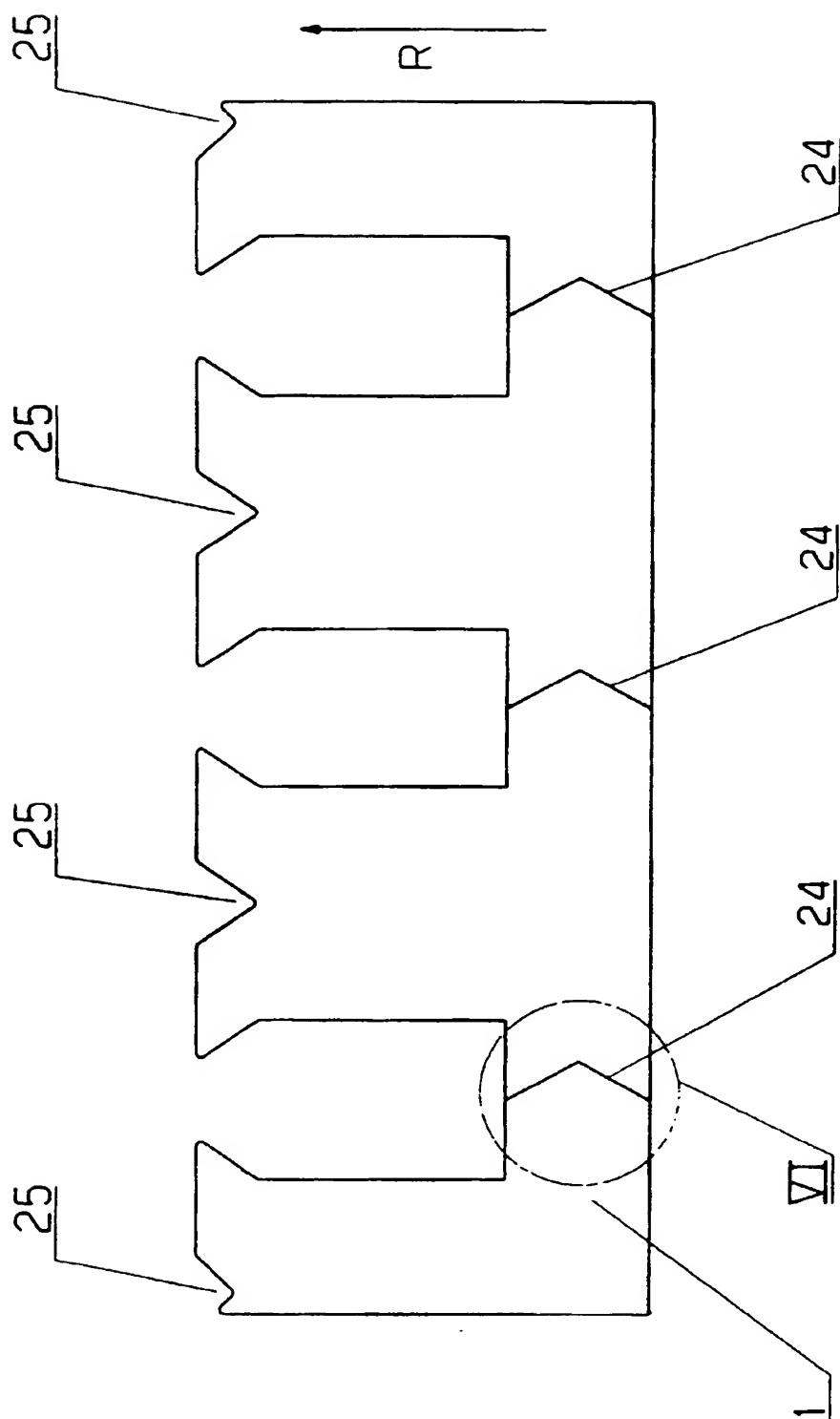


Fig. 6



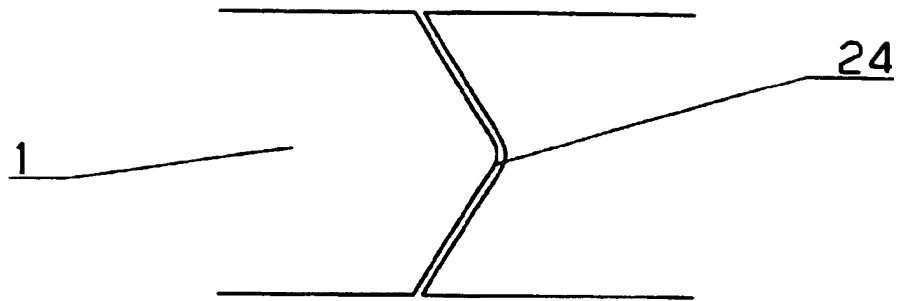


Fig. 6a

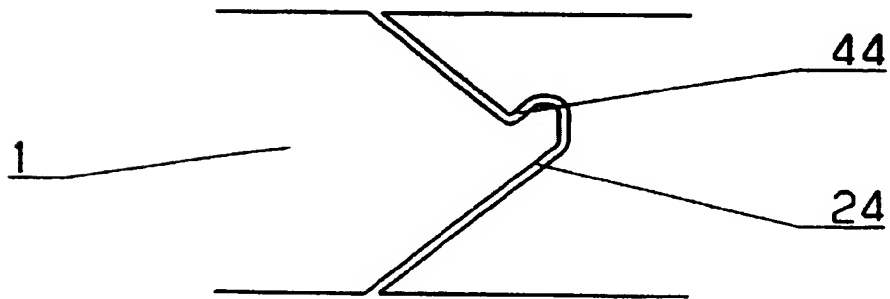


Fig. 6b

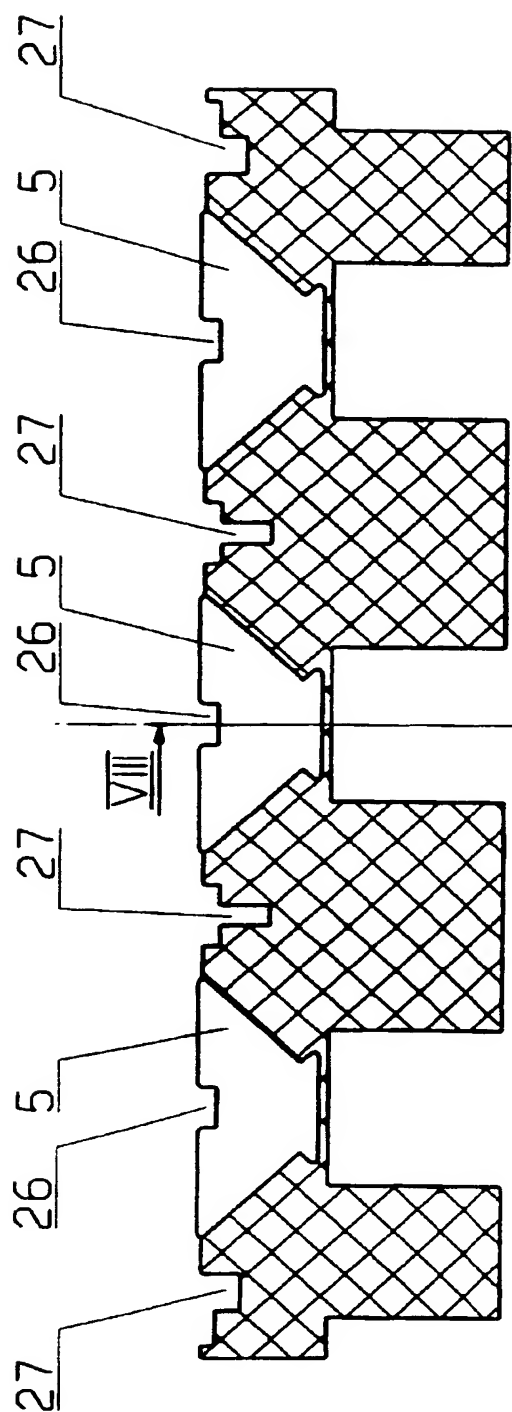


Fig. 7

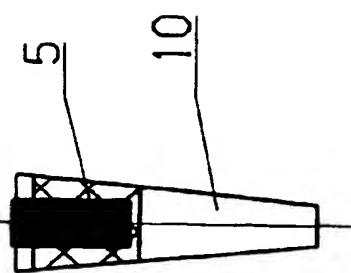


Fig. 8

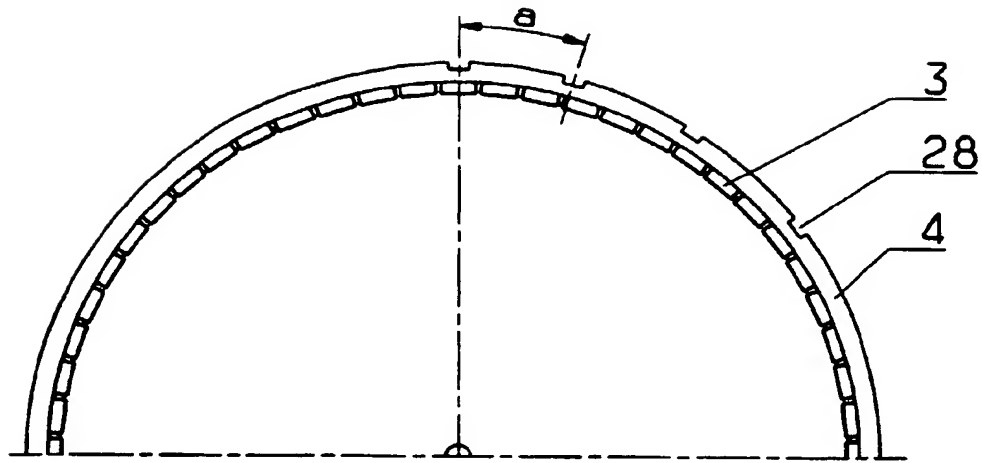


Fig. 9

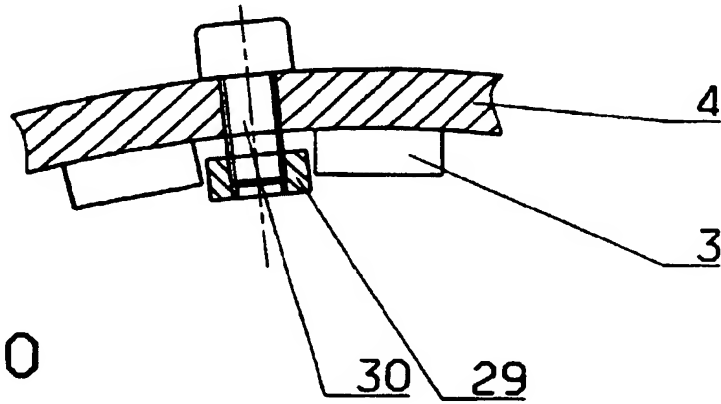


Fig. 10

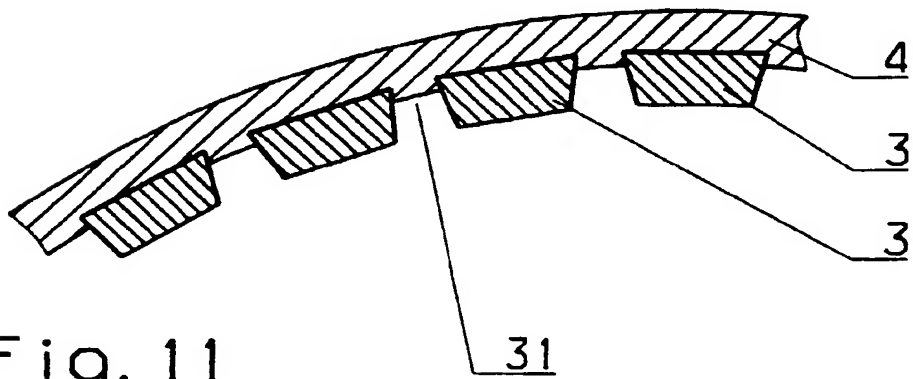
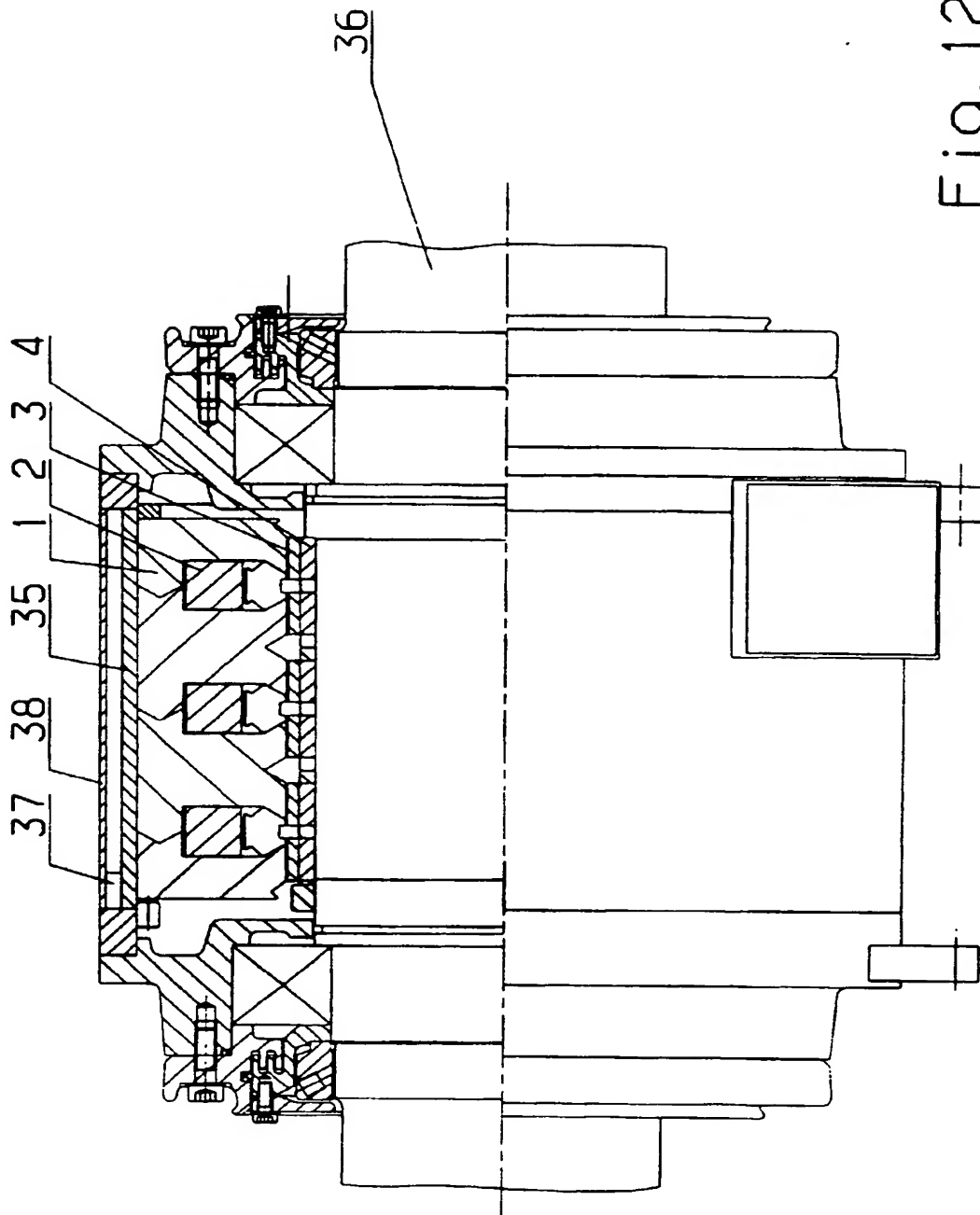


Fig. 11



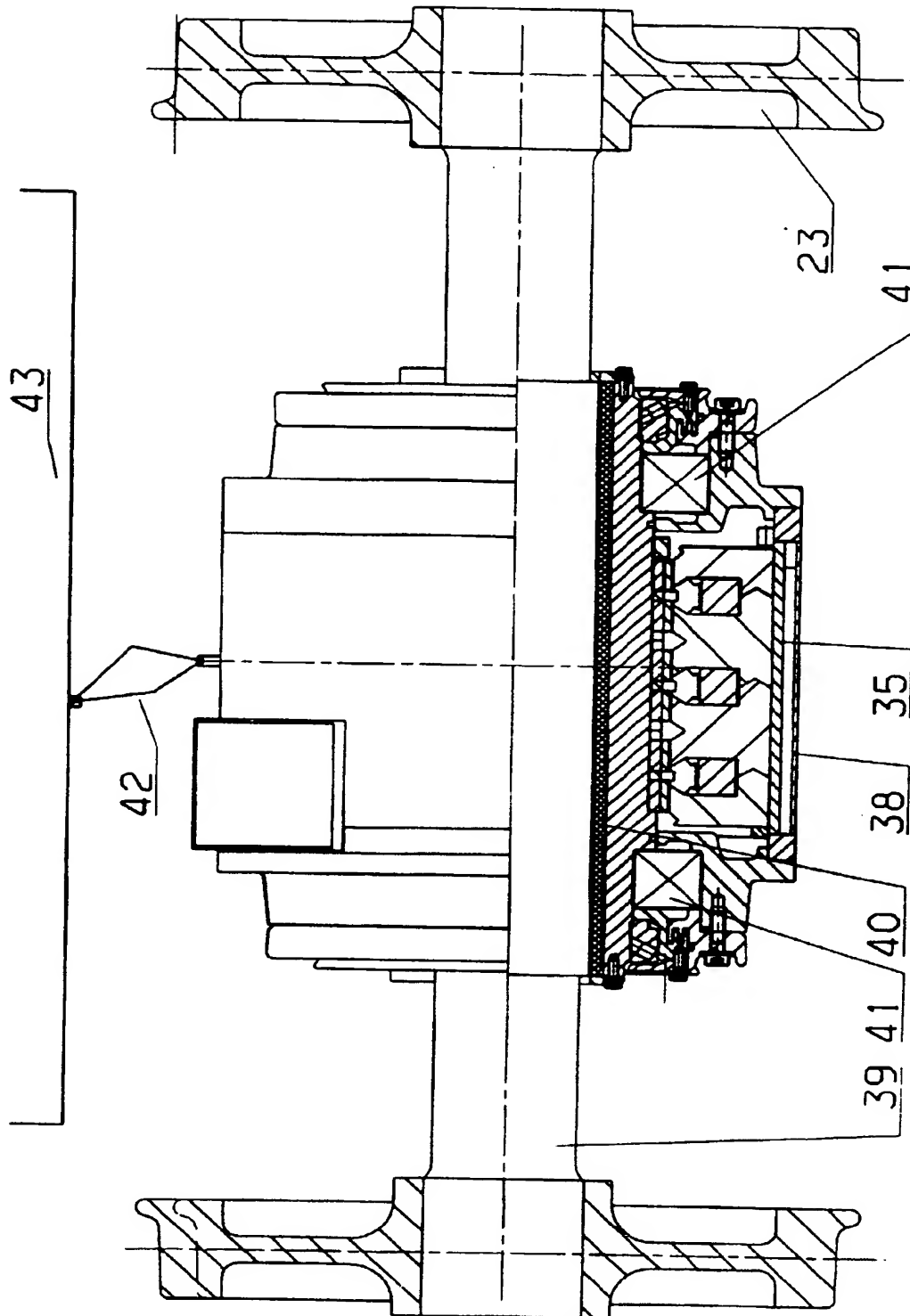
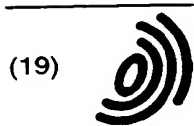


Fig. 13



(19)

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 942 517 A3

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
07.03.2001 Patentblatt 2001/10

(51) Int Cl.7: H02K 21/12

(43) Veröffentlichungstag A2:  
15.09.1999 Patentblatt 1999/37

(21) Anmeldenummer: 99890072.4

(22) Anmeldetag: 02.03.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:  
• Stockmayer, Michael  
2700 Katzelsdorf (AT)  
• Neudorfer, Harald  
2514 Traiskirchen (AT)

(30) Priorität: 03.03.1998 AT 37298

(71) Anmelder: DaimlerChrysler AG  
70567 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: Köhler-Pavlik, Johann, Dipl.-Ing.  
Patentanwälte  
Sonn, Pawloy, Weininger & Köhler-Pavlik  
Riemergasse 14  
1010 Wien (AT)

### (54) Transversalflusssmaschine

(57) Die Erfindung betrifft eine Transversalflußmaschine mit mindestens einem Stator und einem Rotor, mit über den Umfang des Rotors der Maschine auf weichmagnetischen und allenfalls voneinander magnetisch isolierten Rückschlußringen 4 angeordneten Permanentmagneten 3 und mit über den Umfang des Stators der Maschine angeordneten weichmagnetischen Bestandteilen in Form von U-Jochen 1 und zwischen den U-Jochen eingesetzten I-Jochen 5, wobei die U-Joche zumindest eine Ringwicklung 2 aufnehmen. Für eine fertigungstechnisch einfachere Herstellbarkeit zu-

gleich möglichst hohen Wirkungsgrad sowie möglichst hohes Drehmoment ist vorgesehen, daß die U-Joche 1 geteilt sind, wobei die oder jede Teilungsebene mit der U-Joch-Ebene einen spitzen bis rechten Winkel einschließt, und daß die Einzelteile der U-Joche 1 an ihren Berührungsflächen komplementäre formschlüssige Ausbildungen 24 zur Verhinderung einer radialen und allenfalls axialen Verschiebung der Einzelteile der U-Joche 1 zueinander aufweisen. Vorteilhafterweise sind die zwischen den U-Jochen 1 eingesetzten I-Joche 5 in einem magnetisch und elektrisch isolierenden Formkörper 10 eingebettet.

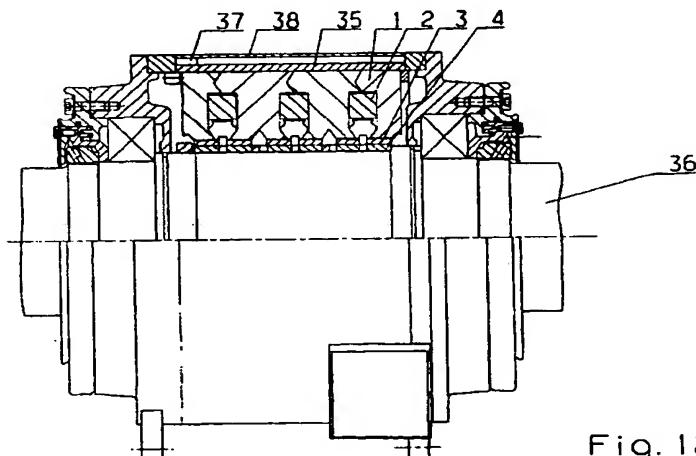


Fig. 12



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 89 0072

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	WO 96 19861 A (HILL WOLFGANG) 27. Juni 1996 (1996-06-27) * Zusammenfassung; Abbildung 3 *		H02K21/12
A	WO 95 04399 A (WEH HERBERT) 9. Februar 1995 (1995-02-09) * Seite 9, Zeile 1 - Seite 9, Zeile 8; Abbildung 4 *		
A	EP 0 790 695 A (KOEHLER GERARD) 20. August 1997 (1997-08-20) * Anspruch 1; Abbildung 1 *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H02K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>11. Januar 2001</b>	Prüfer <b>Ramos, H</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 (3.82) (P/AC03)



**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 89 0072

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-01-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9619861 A	27-06-1996	CA 2208482 A	27-06-1996
		CN 1171174 A	21-01-1998
		DE 19547159 A	27-06-1996
		DE 59506252 D	22-07-1999
		EP 0799519 A	08-10-1997
		JP 10513035 T	08-12-1998
WO 9504399 A	09-02-1995	DE 4325740 C	06-04-1995
		DE 59406147 D	09-07-1998
		EP 0711469 A	15-05-1996
EP 0790695 A	20-08-1997	FR 2744855 A	14-08-1997
		DE 69703364 D	30-11-2000

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

*This Page Blank (uspto)*